DAS ANTENNEN-SEMINAR

Antennen-Theorie und Anwendung
Seminarunterlage

NAME: ______________________

Änderungen vorbehalten.
Die hier gegebenen Grundsätze und Anregungen sollen als Wegweiser dienen, und sind nicht als Ersatz für Einbau-Empfehlungen des Herstellers gedacht

DAS ANTENNEN-SEMINAR

Kapitel 1 **Die Mobilfunk-Kommunikationsindustrie**

Wer ist das 1
Was bedeutet "Zellular" 2
Antennentypen 3

Kapitel 2 **Antennentheorie**

Antennen 4
Antennenpolarisation/Antennenfelder 5
Antennengewinn 7
VSWR und Feldstärke 10
Antennenwellenlänge 11
Der GSM-Frequenzbereich 13
Antennenbandbreite 14
Pegel-Verluste 14

Kapitel 3 **Antennenprobleme**

Antennenstandort 15
Ungleichmäßige Abstrahlung 15
Falscher Einbau 16
Schlechte Anschlüsse 17
Mehrwege-Empfang 18

Kapitel 4 **Strahlungscharakteristik und Testergebnisse**

Testergebnisse 19
VSWR- und Feldstärkemessung 20

Kapitel 5 **Koaxialkabel**

Koaxialkabel-Aufbau 21

Kapitel 6 **Anhang**

Literaturverzeichnis 22

Kapitel 1 Die Mobilfunk-Kommunikationsindustrie

Wer ist das

Die Mobilfunk-Kommunikationsindustrie ist heutzutage die am schnellsten wachsende Industrie. Mehr als 50% der Mobilfunk-Benutzer hatten im Jahr zuvor kein Mobilfunktelefon besessen.

Der gewerbliche Erfolg wird in Amerika daran gemessen und bestimmt, wie lange es braucht, bis ein Produkt seinen millionsten Käufer findet.

In den USA brauchte das Telefon 20 Jahre um seinen millionsten Käufer zu finden. Im Vergleich dazu benötigte das Fernsehen, 11 Jahre, das Kabel-Fernsehen 19 Jahre und der Videorecorder 7 Jahre. Das Mobilfunktelefon benötigte nur 3,75 Jahre um den millionsten Kunden zu erreichen.

Bis 1995, so wird geschätzt, werden 8,4 Millionen Mobilfunktelefone in den USA verkauft sein, und bis zum Jahr 2000 soll der weltweite Markt die Anzahl von 205 Millionen Netzbenutzern umfassen.

Zellulare Netze, PCN und ähnliche Technologien haben eines gemeinsam; sie kommunizieren über den freien Raum und benötigen daher qualitativ hochwertige Antennen, die korrekt zugeschnitten und abgestimmt sein müssen. Dabei werden als leitende Materialien Nickel, Kupfer und rostfreier Stahl eingesetzt, um Festigkeit und Lebensdauer zu gewährleisten.

Unabhängig davon, wie gut Ihr Mobilfunktelefon ist, durch eine schlecht konstruierte Antenne kann es in seiner Leistungsfähigkeit eingeschränkt werden. Andererseits, wird sogar ein unzulänglich konstruiertes Mobilfunktelefon andere Telefone, von besserer Ausführung, übertreffen, wenn das Antennensystem mit den geeigneten Materialien aufgebaut und korrekt abgestimmt ist.

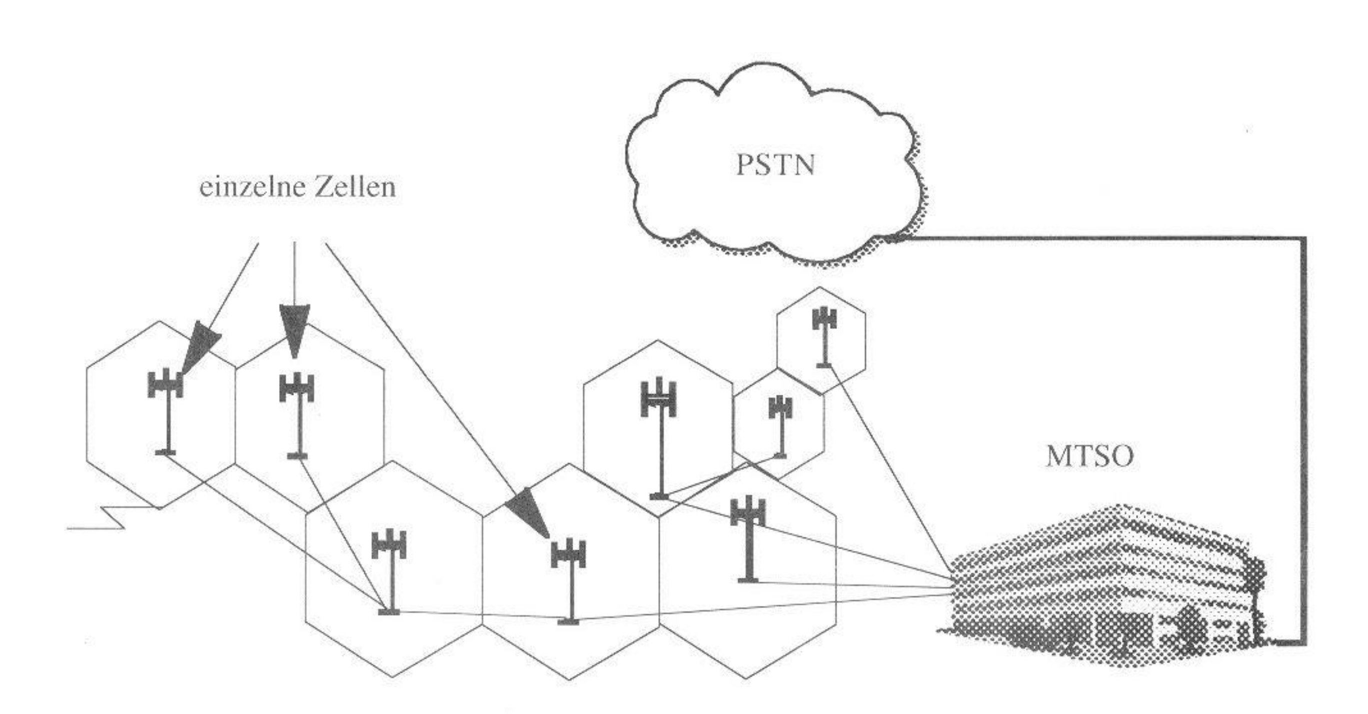
Was bedeutet "Zellular"

Die zellulare Architektur besteht aus der Aufteilung eines geographischen Gebietes in mehrere einzelne Zellen, in denen sich entsprechend mehrere Funk-Sender/-Empfänger befinden, die Sprach- und Datensignale computergesteuert senden und empfangen, wobei der Computer den Funk-Sender/-Empfänger direkt am Ort oder über eine Fernsteuerung steuert. Diese Zellen sind über eine Mobiltelefon-Schaltzentrale (MTSO) mit dem öffentlichen Telefonnetz (PSTN) verbunden.

Das Gespräch eines Mobilfunktelefons kann von einem Funkkanal in einen anderen Funkkanal derselben Zelle oder einer Nachbarzelle weitergegeben werden. Während dieser Phase wird die Antenne zu einem kritischen Element, das die ungestörte Fortsetzung des abgehenden Gespräches sicherstellen soll.

Zur gleichen Zeit, in der sich der Netzbenutzer von einem Ort zum anderen bewegt, ist das Gespräch unter der ständigen Kontrolle des der Zelle zugeordneten Computers. Die durch ein schlechtes HF-Signal bedingte, Abnahme der Gesprächsqualität veranlaßt das System, das Gespräch auf einen anderen Kanal und/oder einer anderen Zelle umzuschalten, um so die beste Verbindung zu erreichen.

Neuere Untersuchungen zeigen, daß mit steigendem Netzwachstum und Zunehmender Netzauslastung die Anzahl der Klagen von Benutzern über unzureichende System-Leistungsfähigkeit zugenommen hat. In den meisten Fällen war nicht ein schlecht ausgebautes System der Übeltäter, sondern die Antenne des Benutzers.



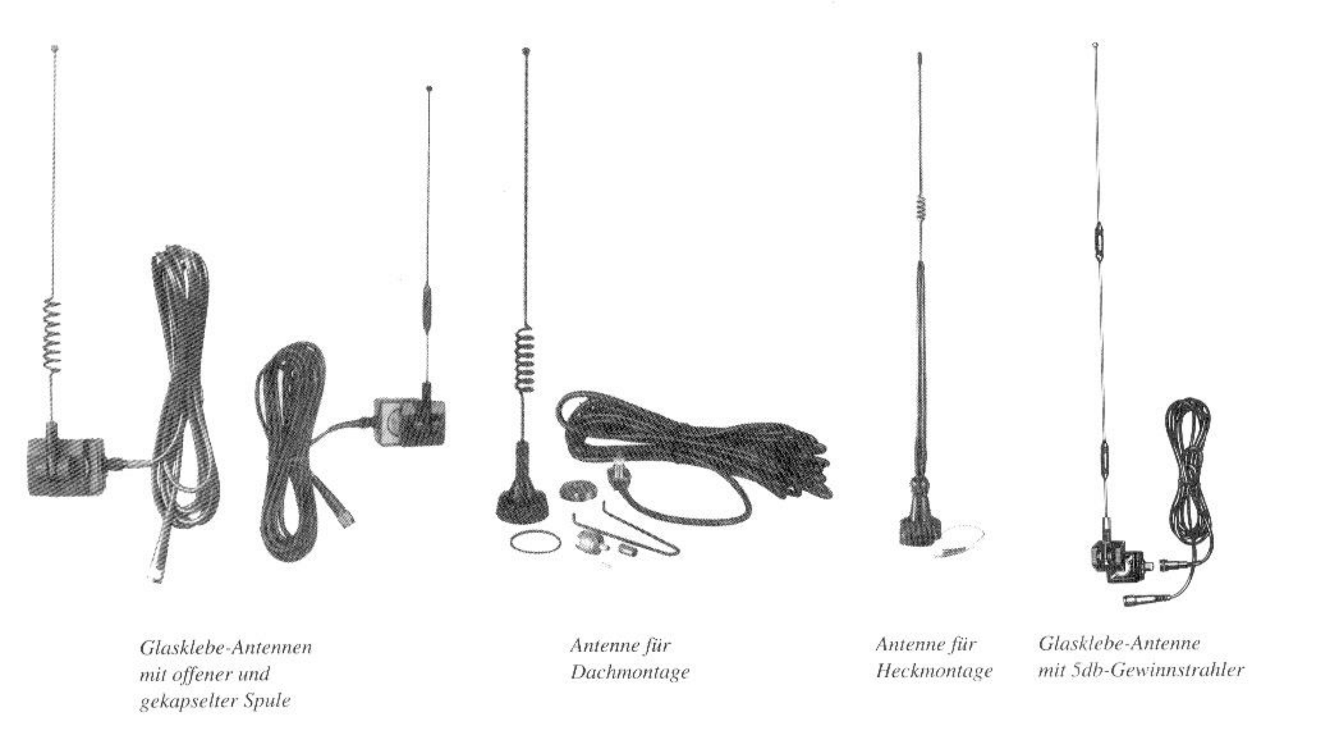
Antennentypen

Das schwächste Glied in einer drahtlosen Übertragungskette ist das Antennensystem. Da es sich bei der Antennentheorie um ein sehr kompliziertes Thema handelt, soll Sie das Seminar mit dieser Problematik vertraut machen.

In Detroit wertete der dortige Netzbetreiber die Beschwerden der Benutzer über atmosphärische Störungen, Rauschen und Gesprächsunterbrechungen aus. Dabei zeigte sich, daß 95% dieser Probleme durch schlechte Antennen verursacht wurden (nach Austausch der Antenne waren die Probleme der Kunden beseitigt).

Fachleute der Mobilfunkbranche bestätigen die Tatsache, daß über 80% der Probleme ihrer Kunden durch minderwertige Antennen, falsch montierte Antennen oder schlechte Kabelverbindungen verursacht wurden.

Für den Einsatz mit Mobilfunktelefonen steht eine Vielfalt von Antennen zur Verfügung. Diese verschiedenen Typen können Dachantennen, Glasklebe-Antennen und Heck-Antennen sein. Hierbei bezieht sich der Name auf den korrekten Montageort.



Glasklebe-Antennen mit offener und gekapselter Spule

Antenne für Dachmontage

Antenne für Heckmontage

Glasklebe-Antenne mit 5db-Gewinnstrahler

Kapitel 2 Antennentheorie

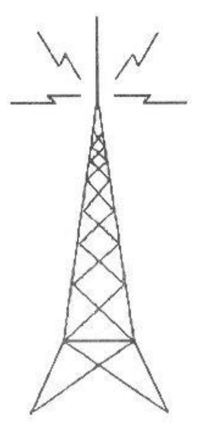
Antennen

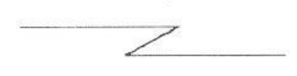
Eine Antenne ist ein elektrischer Leiter, der zum Aussenden und Empfangen von elektromagnetischer Energie benötigt wird.

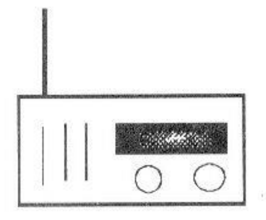
In einem normalen geschlossenen Stromkreis bleibt die elektrische Energie im Inneren der Schaltung und vollbringt dort nützliche Arbeit, oder sie wird in Wärme umgesetzt. Denken Sie zum Beispiel daran, wie elektrische Energie eine Waschmaschine in Gang setzt (als nützliche Arbeit), eine Lampe leuchten läßt, oder einen Toaster heiß werden läßt.

Bei einer Antenne wird diese Energie in Form von elektromagnetischer Wellen in den freien Raum abgestrahlt.

Bei einem Funk-Sender/-Empfänger müssen die Sende- und Empfangsantennen korrekt auf die zu übertragenden Frequenzen abgestimmt sein, ansonsten wird die Übertragung verschlechtert. Ein UKW-Radio funktioniert in der gleichen Weise. Wenn der Empfänger nicht ganz genau auf der richtigen Frequenz abgestimmt ist, wird man zwar den Sender noch hören können, jedoch mit Rauschen und Verzerrungen.

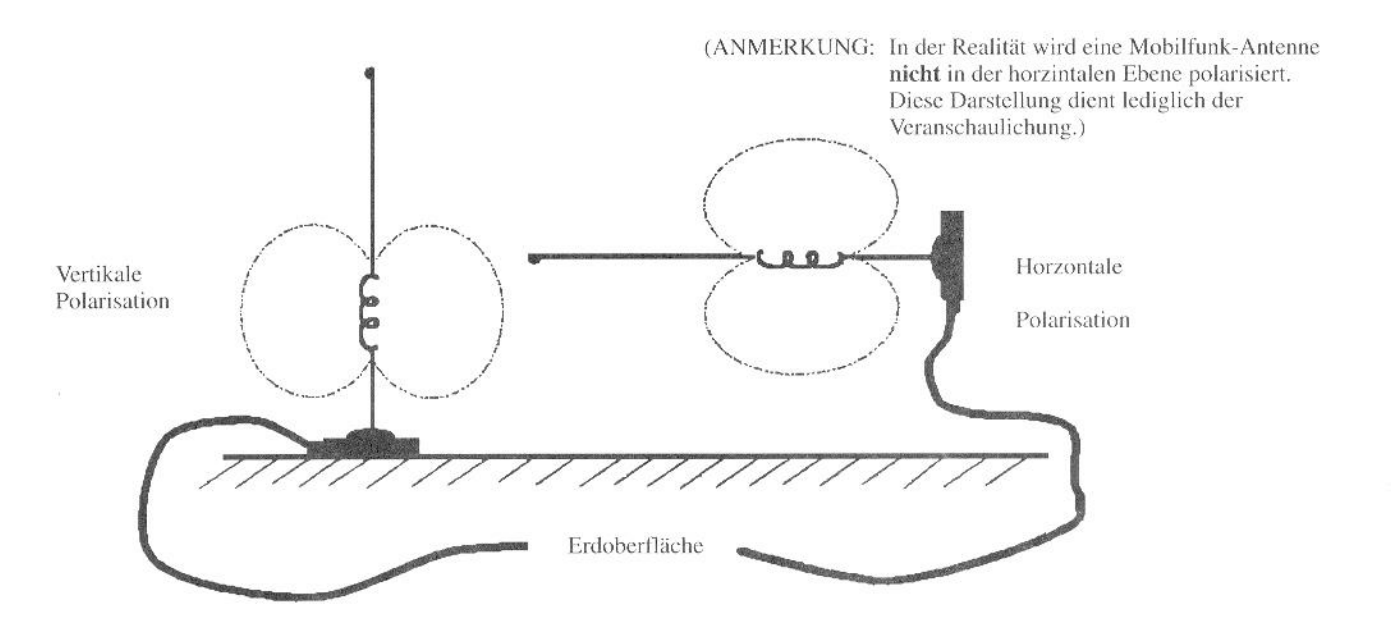






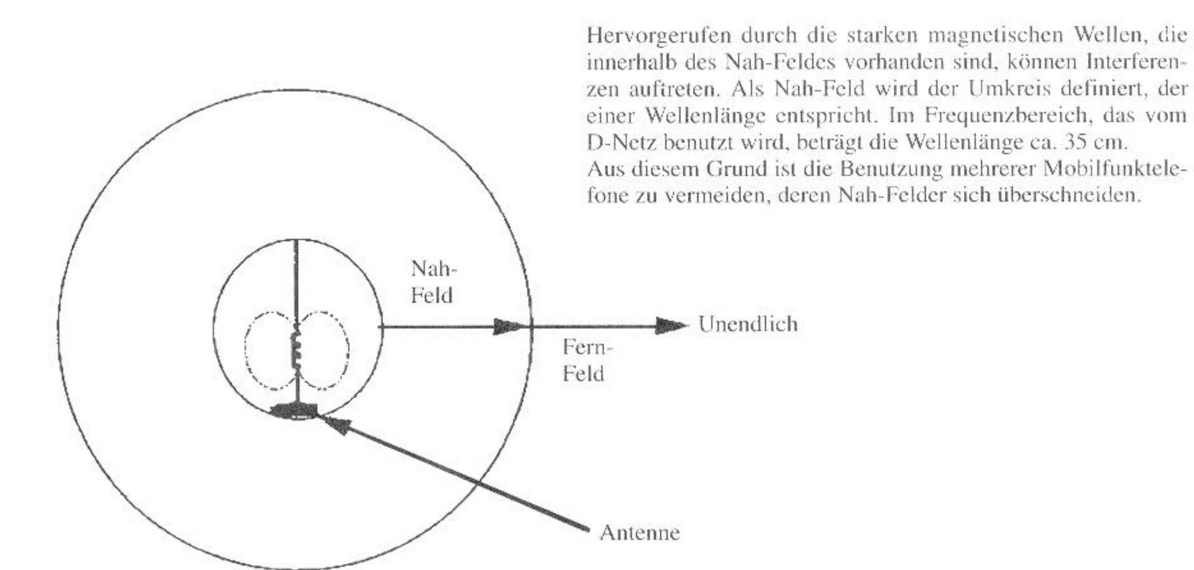
Wie in der Abbildung zu sehen, muß die Antenne des Radios mit der des Sendeturms übereinstimmen, um die maximale Leistung zu erreichen. Beide Antennenelemente sind in diesem Fall von der gleichen abgestimmten Bauart.

Antennenpolarisation

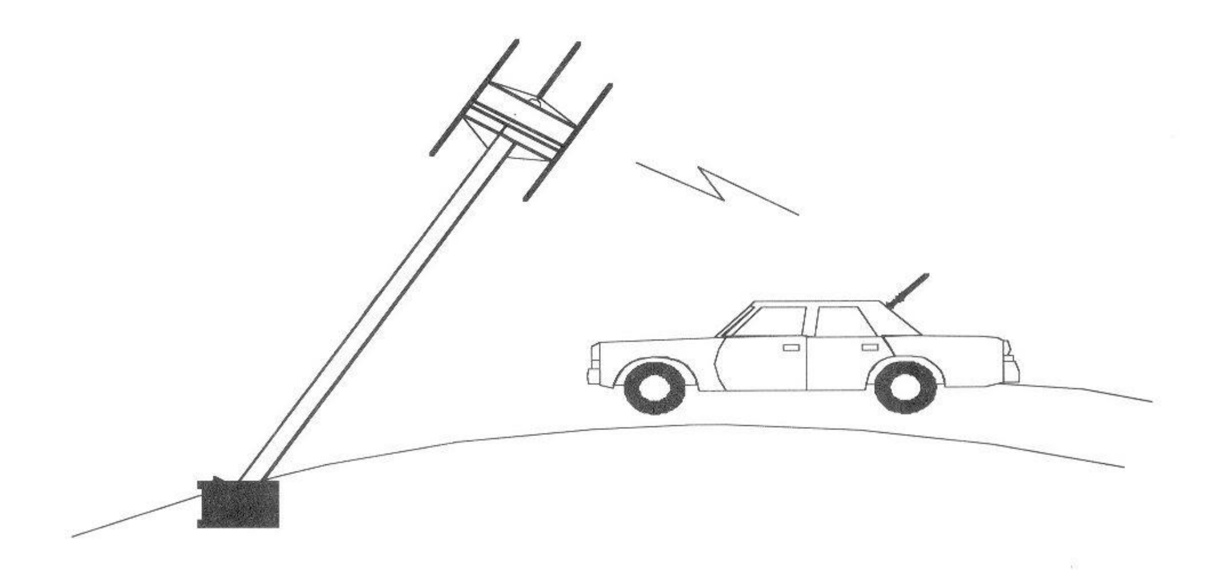


Antennenfelder

Hervorgerufen durch die starken magnetischen Wellen, die innerhalb des Nah-Feldes vorhanden sind, können Interferenzen auftreten. Als Nah-Feld wird der Umkreis definiert, der einer Wellenlänge entspricht. Im Frequenzbereich, das vom D-Netz benutzt wird, beträgt die Wellenlänge ca. 35 cm.
Aus diesem Grund ist die Benutzung mehrerer Mobilfunktelefone zu vermeiden, deren Nah-Felder sich überschneiden.



Antennenpolarisation



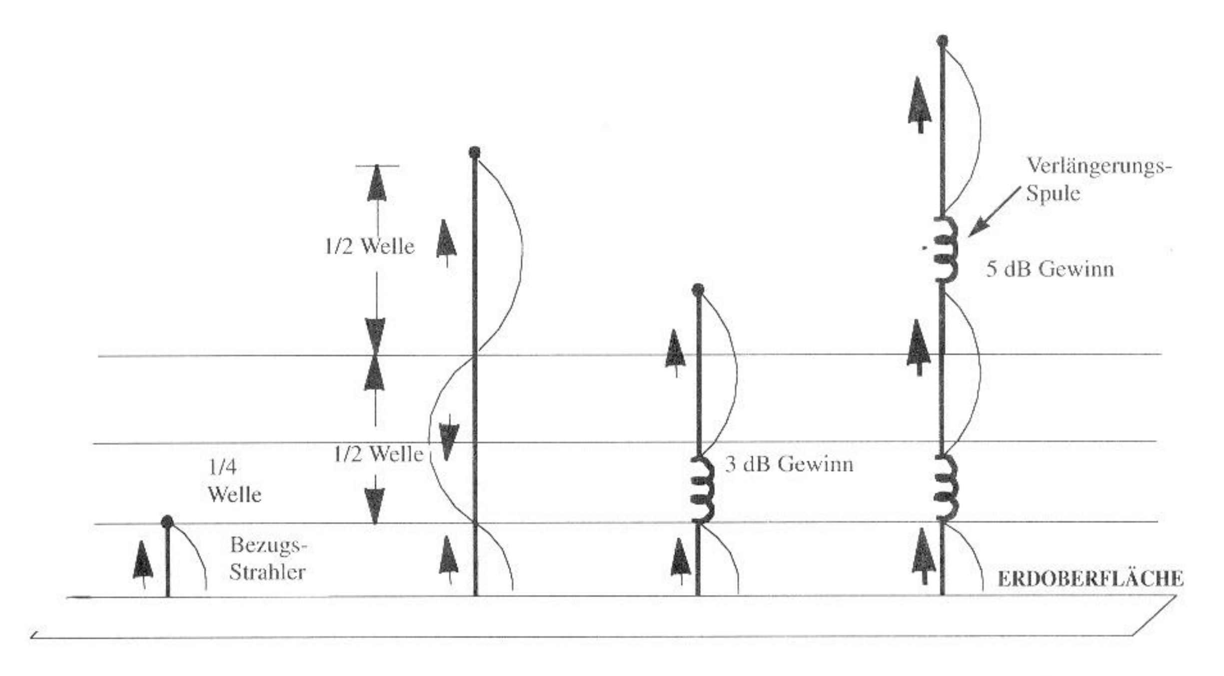
Häufig wird aus optischen Gründen die Antenne am Fahrzeug mit einer Neigung von ca. 45° installiert. Dabei steigt jedoch der Signalverlust erheblich. Tests wiesen bei dieser Art der Montage einen etwa 80% bis 90%-igen Signalverlust nach.

Im übrigen könnte man eine solche Polarisation als eine "Aerodynamische Polarisation" definieren. Theoretisch würde diese sogar funktionieren, wenn die Netzbetreiber ihre Funktürme in den Zellen mit einer 45°-Neigung errichten würden.

Antennengewinn

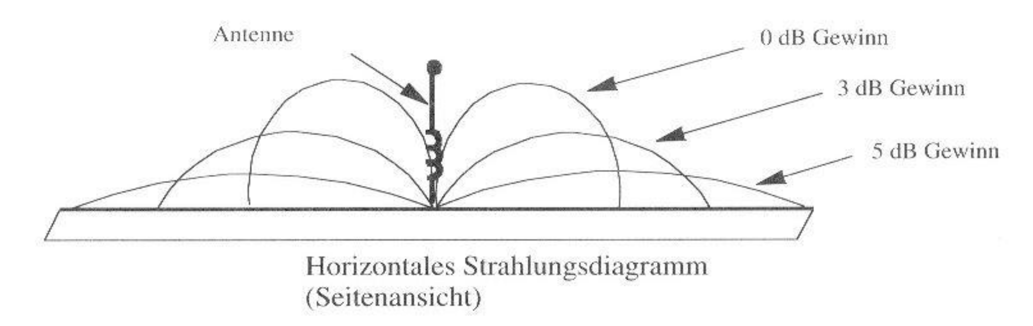
Als Antennengewinn wird das Verhältnis der Strahlungsintensität der betrachteten Antenne in eine festgelegte Richtung zur Strahlungsintensität einer Referenzantenne definiert, wobei beiden Antennen jeweils die gleiche HF-Leistung zugeführt wird. Dabei ergibt sich, vom Antennenelement ausgehend, eine keulenförmige Verteilung der Strahlungsenergie. Diese, sogenannte, Antennenkeule wird mit steigendem Antennengewinn länger **und** schmaler.

Eine mit Gewinn arbeitende Antenne ist nicht unbedingt in jedem Falle empfehlenswert. Grundsätzlich lassen sich mit ihr zusätzliche Verluste durch eine lange Antennenleitung kompensieren, oder sie wird in Gebieten eingesetzt, die für ihre schlechte Funkausleuchtung bekannt sind (z.B. ländliche Gebiete). Wird jedoch eine Gewinn-Antenne aus optischen Gründen am Fahrzeug nicht genau senkrecht auf-gesetzt, dann kann es aufgrund ihrer Richtwirkung sogar zu Einbußen auf dem Übertragungswege kommen (schließlich ist eine "Keule" in Richtung Erdboden gerichtet). Als eine gute Alternative haben sich Antennen mit einem Gewinn von 3 bis 5 dB erwiesen.



Ein allgemeiner Irrtum ist, daß durch Verlängerung der Antenne ein Gewinn erreicht werden kann. Die Verlängerung der Antenne über die Wellenlänge $^1/_4$ hinaus erzeugt einen gegenphasigen Spannungsverlauf auf der gesamten Länge der Antenne. Die dabei entstehenden Ströme heben sich ganz oder teilweise auf. Abhilfe schafft ein durch eine Spule abgetrennter weiterer Antennenstab. Die in der Antenne eingesetzte Spule wird allgemein als Verlängerungsspule bezeichnet, da sie die Antenne "elektrisch" verlängert. Die Aufgabe dieser Spule ist es, eine Phasendrehung der vorhergehenden Halbwelle zu erzeugen und durch Addition der, nun gleichphasigen Spannungsbäuche eine Leistungssteigerung zu erreichen. Aufgrund dessen benötigt eine 5dB-Gewinnantenne 2 solcher Spulen.

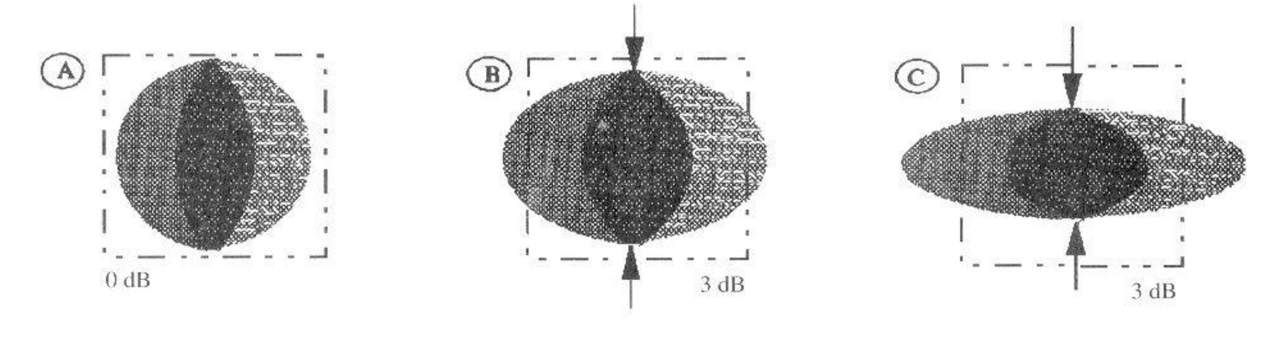
Antennengewinn



Horizontales Strahlungsdiagramm
(Seitenansicht)

Den Antennengewinn kann man sich als eine Vergrößerung der vertikalen Komponente der Abstrahlcharakteristik vorstellen, bei gleichzeitiger Verkleinerung der horizontalen Komponente. Es wird keine größere Leistung zugeführt, sondern mehr Leistung in horizontaler Richtung abgestrahlt bzw. aus dieser empfangen.

Mit Hilfe eines Strandballs läßt sich der Antennengewinn recht gut veranschaulichen:



A) Stellen Sie sich einen voll aufgeblasenen Strandball vor, der vollkommen rund ist. Dies wäre dem Abstrahlverhalten einer 0dB-Antenne vergleichbar.

B) Nun wird der gleiche Strandball mit einer gewissen Kraft von oben und von unten zusammengedrückt, es wird keine Luft hinzugefügt. Dabei wird man feststellen wie sich der Ball in seiner Form verändert: Er dehnt sich in horizontaler Richtung aus. Dies wäre dem Abstrahlverhalten einer 3dB-Antenne vergleichbar.

C) Wird der Ball mit noch größerer Kraft zusammengedrückt, dehnt er sich noch weiter in horizontaler Richtung aus, ohne daß auch diesmal Luft hinzugefügt wird. Dies wäre dann dem Abstrahlverhalten einer 5dB-Antenne vergleichbar.

Antennengewinn

0 dB - Durch die kugelförmige Abstrahlung ergibt sich ein verstärktes vertikales Abstrahlmuster, so können auch Funktürme erreicht werden, die auf höheren Stellen stehen.

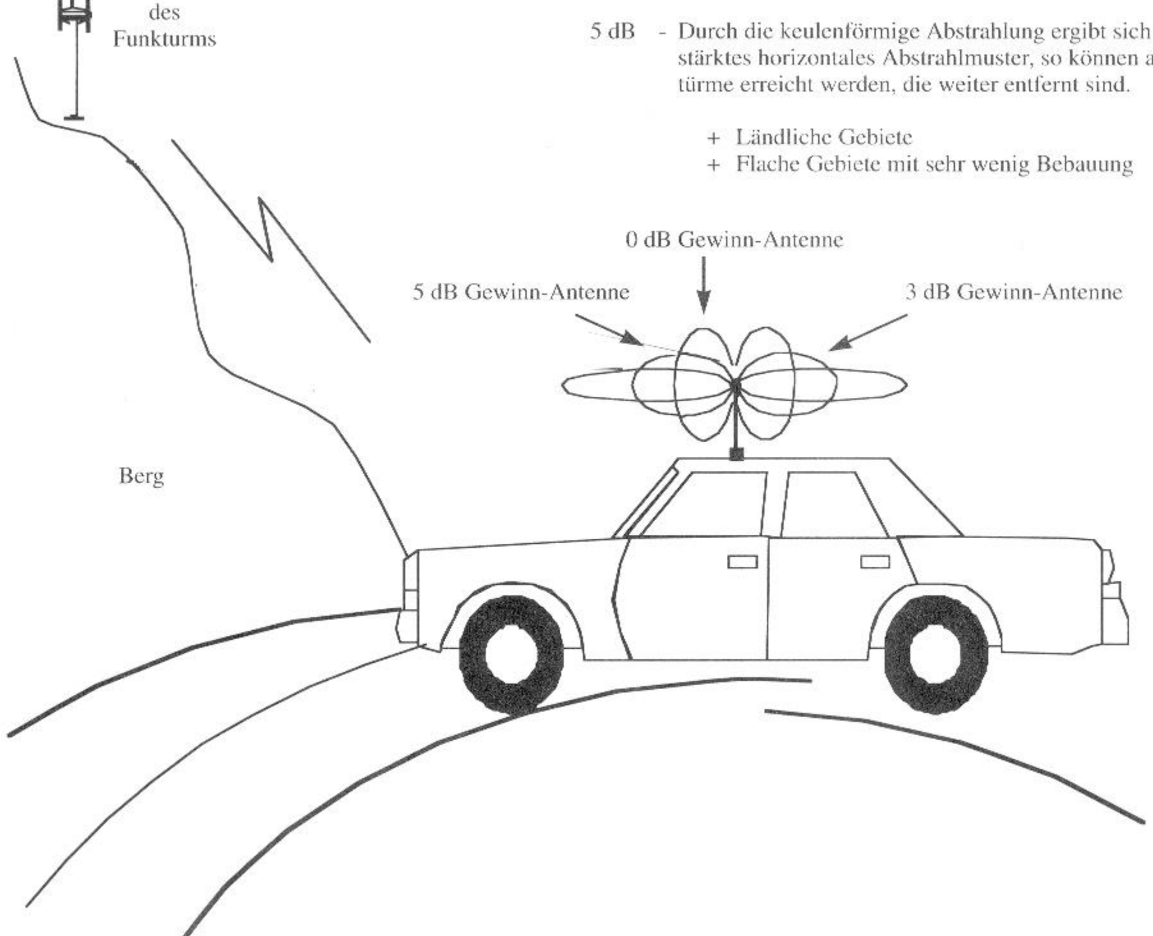
- + Bergige Gegenden
- + Großstadtmetropolen (Städte mit vielen hohen Gebäuden)

3 dB - Bildet die beste Kombination zwischen horizontalem und vertikalem Abstrahlmuster und ist für ein zellulares Netz am besten geeignet.

- + Gebiete mit städtischer Bebauung

5 dB - Durch die keulenförmige Abstrahlung ergibt sich ein verstärktes horizontales Abstrahlmuster, so können auch Funktürme erreicht werden, die weiter entfernt sind.

- + Ländliche Gebiete
- + Flache Gebiete mit sehr wenig Bebauung



VSWR und Feldstärke

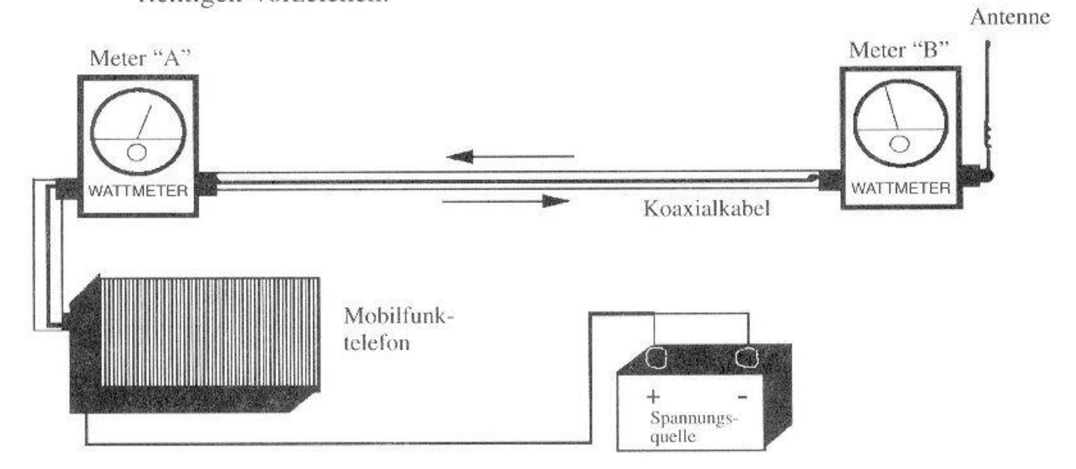
Das VSWR (Voltage Standing Wave Ratio = Spannungsstehwellenverhältnis), oder kürzer SWR, bezeichnet das Verhältnis zwischen dem Höchstwert E_{max} und dem Mindestwert E_{min} einer stehenden Welle entlang einer Übertragungsleitung.

$$VSWR = \frac{E_{max}}{E_{min}}$$

E_{max} = maximaler Spannungswert

E_{min} = minimaler Spannungswert

Hinweis: Wird der abgelesene Spannungswert von Meter "A" für E_{max} eingesetzt und der von Meter "B" für E_{min}, so ergibt sich das VSWR mit dem richtigen Vorzeichen.



Die VSWR-Messung gibt darüber Auskunft, wie gut oder wie schlecht Antenne, Antennenleitung (mit Steckverbindungen!) und das Mobilfunktelefon aneinander angepasst sind. Ein VSWR von weniger als 1,9 kann als sehr gut betrachtet werden. Ein höheres VSWR ist ein Indiz für zu hohe Verluste auf dem Weg zur Antenne. Eine Daumenregel besagt, daß die reflektierte Leistung nicht mehr als 10% der vom Mobilfunktelefon abgegebenen Sendeleistung betragen sollte (das entspricht einem VSWR von 1).

Wie aus obiger Abbildung ersichtlich, ergibt sich das ganz genaue VSWR, wenn man zwei getrennte Wattmeter benutzt. Das erste Wattmeter wird möglichst nahe an der Quelle (Mobilfunktelefon) geschaltet, und das zweite möglichst nahe an den Punkt der Abstrahlung (Antenne). Nach Einsetzen dieser Werte in die oben angegebene Gleichung läßt sich das genaue VSWR ermitteln (abzüglich der Verluste in den HF-Steckverbindungen der Messgeräte).

Als Feldstärke wird die Intensität bezeichnet, mit der die von der Antenne abgegebene Strahlung in beliebiger Entfernung gemessen wird. Die physikalische Einheit ist das µVolt. Dieser Messwert ist bei der Bestimmung der Signalstärke des Antennenfeldes sehr hilfreich, er muß jedoch stets im Zusammenhang mit den anderen Meßwerten VSWR und Senderausgangsleistung betrachtet werden. Von besonderem Interesse ist hierbei, daß die Feldstärke durch die verschiedensten Faktoren beeinflußt werden kann, wie z.B. Metalltüren, elektrische Geräte und Leitungen, oder eben auch durch den Menschen selbst, der sich im Meßfeld aufhält.

Antennenwellenlänge

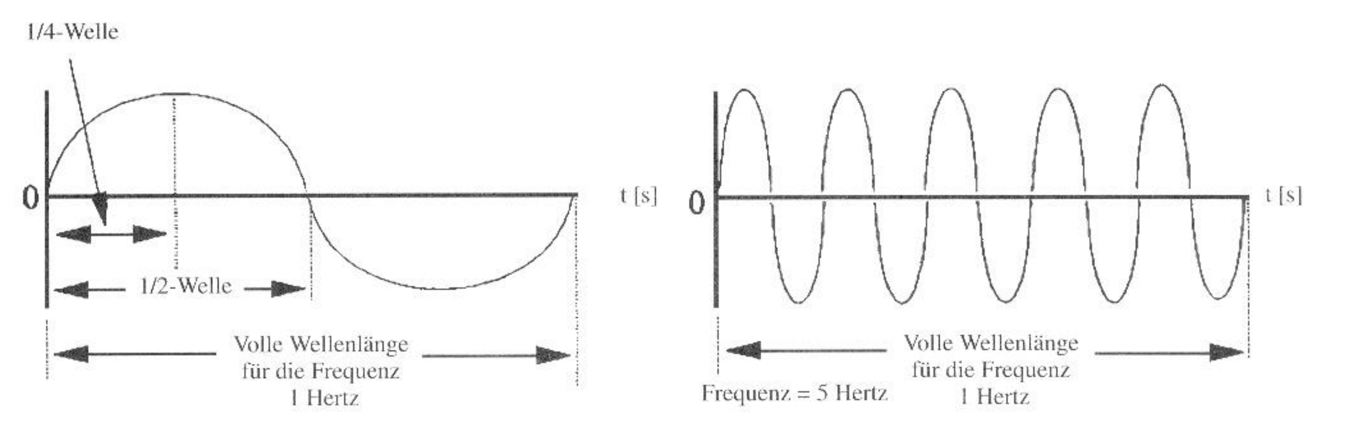
Die Antennenwellenlänge ist proportional zur Einsatzfrequenz. Die Welllenlänge bestimmt die physikalische Länge einer Antenne im Hinblick auf den Frequenzbereich für den sie verwendet wird.

Die folgende Gleichung bestimmt die Wellenlänge:

$$\text{Wellenlänge l [m]} = \frac{299\,792\,458 \text{ m/s}}{\text{Frequenz f [Hz]}}$$

FREQUENZ			WELLENLÄNGE in [m]	ANTENNENLÄNGE FÜR 1/2-Welle [m]	1/4-Welle [m]
220 V-Netz	50	Hz	599 585.0	299 792.5	149 896.3
Hörbarer Ton	1000	Hz	299 792.0	149 896.0	74 948.1
MW-Radio	0.8	MHz	374.74	187.37	93.67
UKW-Radio	98.6	MHz	3.04	1.52	0.76
C-Netz	450	MHZ	0.6662	0.3331	0.16655
GSM	930	MHz	0.3223	0.1612	0.08059

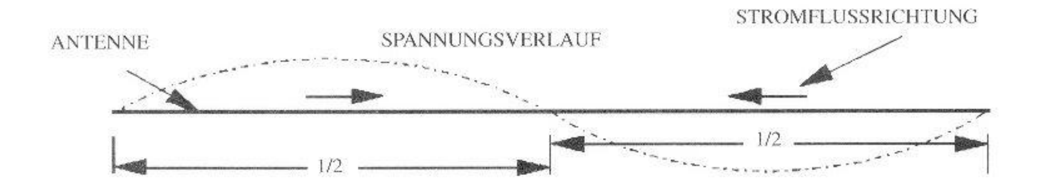
Demnach hat die 220V-Netzfrequenz eine Wellenlänge von fast 6km!, gegenüber einer Wellenlänge von ca. 0.3m im GSM-Frequenzbereich.



Vergleich der Wellenlängen

Antennenwellenlänge

In einem elektrischen Stromkreis entspricht die Impedanz dem Abschlußwiderstand, der bei einer bestimmten Speisespannung nur einen maximalen Strom zuläßt. Bei einem elektrischen Leiter wird dessen Impedanz durch Länge und Querschnitt des Leiters, und der Güte der Leiterisolation bestimmt. Das allgemein übliche Standard-Koaxialkabel besitzt, bedingt durch seinen mechanischen Aufbau, eine Impedanz von 50Ω, aus diesem Grund werden fast sämtliche HF-Komponenten nach der 50Ω-Spezifikation konstruiert. Würde man nun ein andere Kabelart verwenden, müßte ein Transformator als Impedanzwandler angewendet werden, um die geeignete Anpassung zu erreichen und damit Verluste zu vermeiden.



1/4
1/2
1/4

DACH-
ANTENNE

Niederohmige
Einspeisung

GLASKLEBE-
ANTENNE

Glas

Anschluss-
Box

Hochohmige
Einspeisung

1/2

Wird eine Dipol-Antenne symmetrisch gespeist, an der Stelle also an der der maximale Strom fließt, so ist dort der Punkt der kleinsten Impedanz

Wird eine Dipol-Antenne unsymmetrisch gespeist, an der Stelle also an der der minimale Strom fließt, so ist dort der Punkt der größten Impedanz

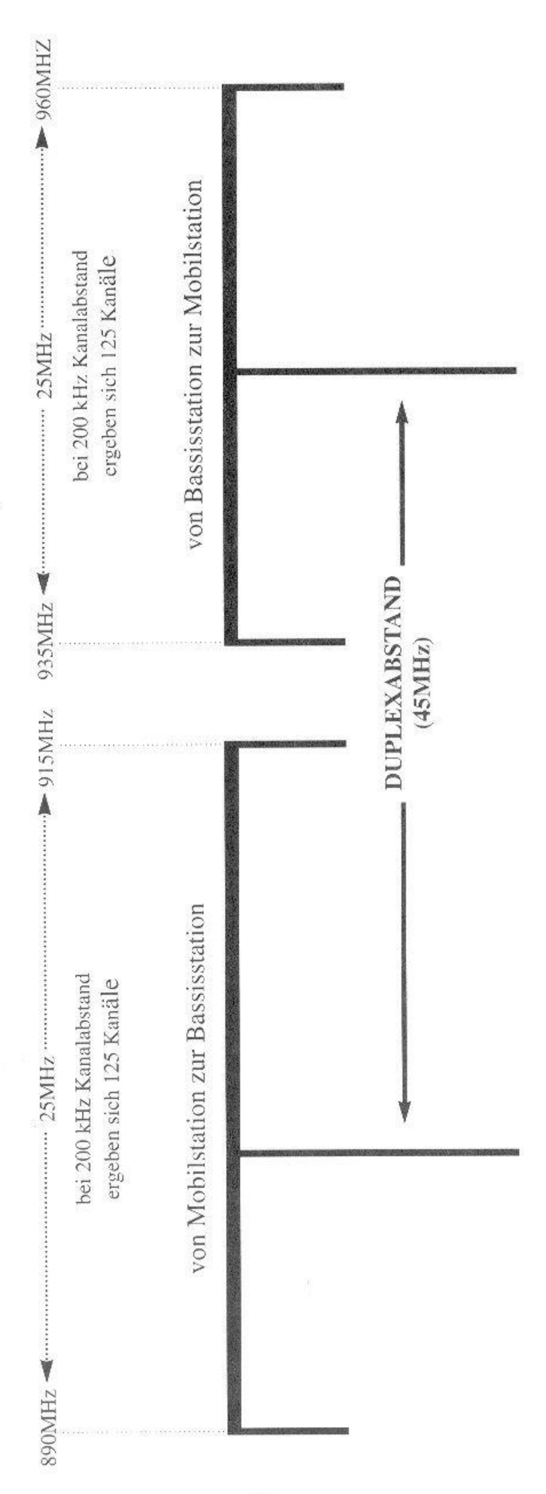
1/4

Gut geerdete
Grundfläche

Spiegelung

Für größtes Leistungsvermögen sollte die Antenne an das 50Ω-Kabel angepaßt sein.

Der GSM-Frequenzbereich



Antennenbandbreite

Als Antennenbandbreite wird der Frequenzbereich definiert, über den die Antenne die geforderte Leistung erbringt, ohne der Notwendigkeit eines Abgleichs oder einer Nachstimmung. Für den GSM-Frequenzbereich wird eine Antennenbandbreite von ca. 70MHz benötigt. Innerhalb dieser Bandbreite sollte das VSWR der Antenne gleichmäßig gering sein (VSWR $\leq$ 1.9).

Viele Antennenhersteller legen ihre Antennen so aus, daß im unteren Bereich der Bandbreite eine bessere Leistung erbracht wird. Für den Sender ist das ganz günstig, aber der Empfänger wird schlechter arbeiten können, und das kann der Benutzer dann als Rauschen oder atmosphärische Störung hören.

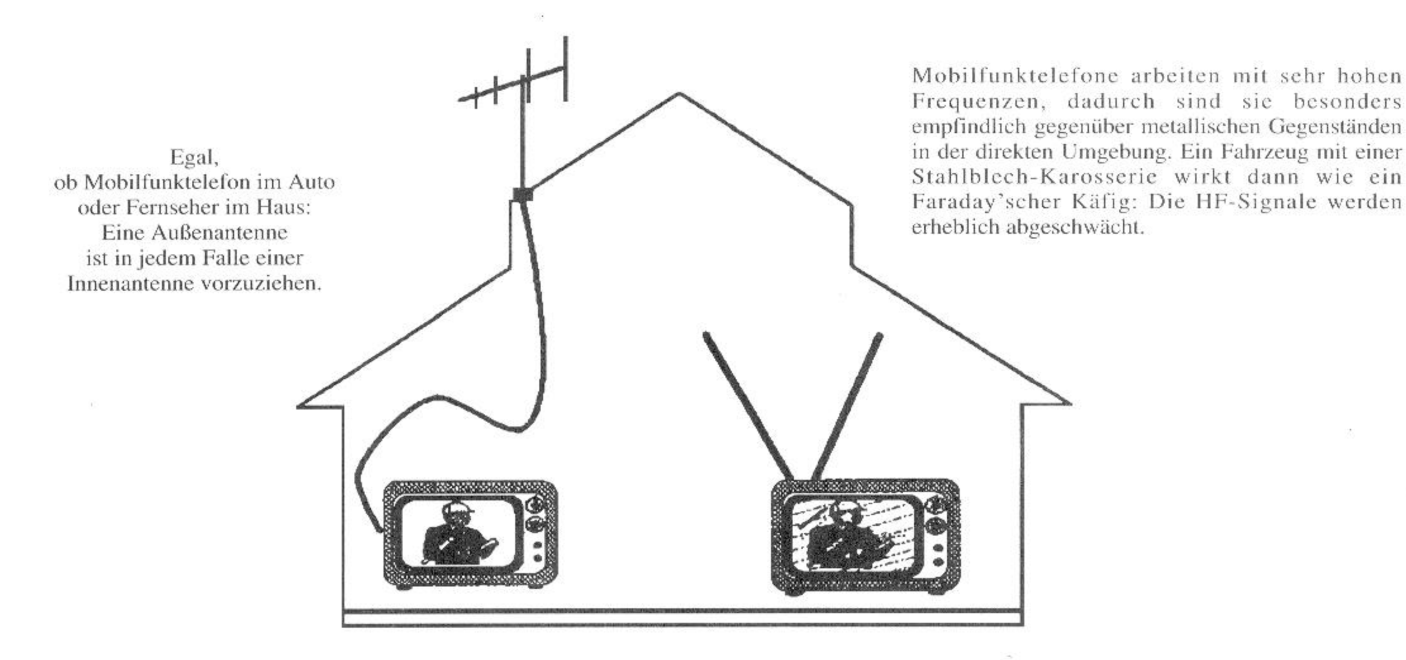
Eine ideale Antenne ist so abgeglichen, daß ihr Leistungsmaximum in der Mitte ihrer Bandbreite liegt.

Pegel-Verluste

Eine andere Größe zur Feststellung der Leistungsfähigkeit ist der Pegel-Verlust (oder auch Dämpfung), gemessen in Dezibel [dB]. Ein Dezibel wird als ein logarithmisches Leistungsverhältnis definiert und wird mit "dB" abgekürzt. Im Übertragungsweg entspricht eine Dämpfung von 2dB einem Leistungsminderung von 37% . Bei einer Sendeleistung von 3W bedeutet das, daß nur noch etwa 1.89W die Antenne erreichen. Wird nun in einer solchen Situation von der Infrastruktur eine größere Sendeleistung vom Mobilfunktelefons verlangt, so kann dann die Verbindung gestört sein oder unterbrochen werden, weil die Infrastruktur nicht in der Lage ist, diese Verbindung korrekt zu kontrollieren. Das ist der Hauptgrund, warum eine falsch angepaßte und/oder montierte Antenne katastrophale Folgen für Ihre Installation haben kann.

Die Hauptverursacher für Pegel-Verluste sind fehlerhafte Steckverbindungen, minderwertige Koaxialkabel, schlechte Adapter, unzulässige Kabelknicke und mit falschem Winkel montierte Antennen.

Antennenstandort

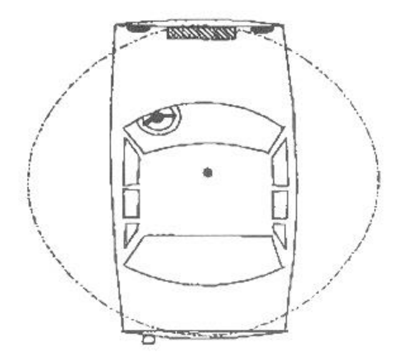


Egal,
ob Mobilfunktelefon im Auto
oder Fernseher im Haus:
Eine Außenantenne
ist in jedem Falle einer
Innenantenne vorzuziehen.

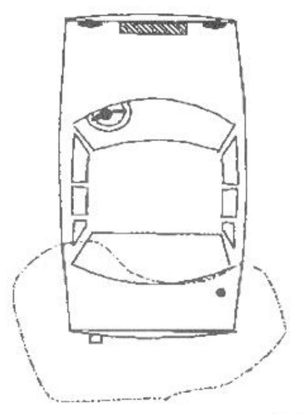
Mobilfunktelefone arbeiten mit sehr hohen Frequenzen, dadurch sind sie besonders empfindlich gegenüber metallischen Gegenständen in der direkten Umgebung. Ein Fahrzeug mit einer Stahlblech-Karosserie wirkt dann wie ein Faraday'scher Käfig: Die HF-Signale werden erheblich abgeschwächt.

Ungleichmäßige Abstrahlung

Der Antennenstandort beeinflußt die Abstrahlcharakteristik der Antenne in erheblichen Maße. Unkorrekt montierte Antennen bringen eine Menge Problem mit sich, selbst wenn es sich um eine hervorragend konstruierte Antenne handelt.



Korrekte Anordnung einer
Dach-Antenne
(bevorzugte Abstrahlcharakteristik)



Unkorrekte Anordnung einer
Dach-Antenne
(ungleichmäßige Abstrahlcharakteristik)

Falscher Einbau



Richtung geringer
Signalempfindlichkeit

Funk-
turm
1

Funk-
turm
3

Richtung großer
Signalempfindlichkeit

Funk-
turm
4

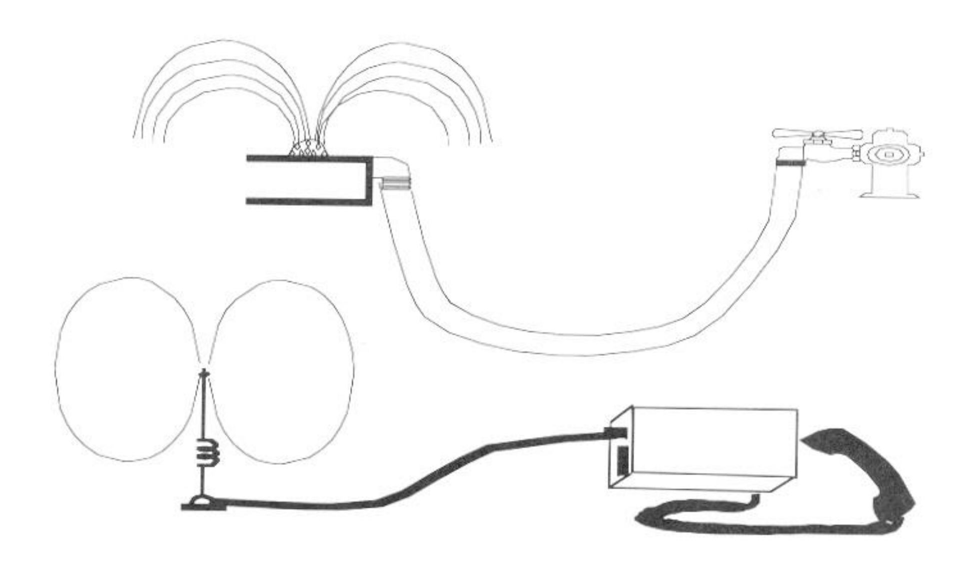
Ein falscher Einbau kann zu großen Problemen für den Benutzer führen. Bei einer ungünstigen Positionierung der Antenne erreicht man eine ungewollte Richtwirkung des Strahlers (siehe Abbildung), genauer: die Empfindlichkeit der Antenne in eine Richtung wird kleiner (im Bild ist es die Fahrtrichtung). Durch diese Vorzugsrichtung kann es dann zu einem Verbindungsaufbau in die falschen Zelle kommen.

Dabei ist zu beachten, daß eine Verdoppelung der Distanz zum Funkturm einen Pegelverlust von 6dB zur Folge hat!

Das bedeutet, daß in dem Moment, in dem die Verbindung über eine 10km entfernte, falsche Zelle aufgebaut wurde, eine näherliegende, richtige Zelle (3 bis 5km entfernt) schon außerhalb des Empfangsbereiches des Mobilfunktelefons liegen kann, weil diese näherliegende Zelle in der "verkehrten" Richtung liegt.

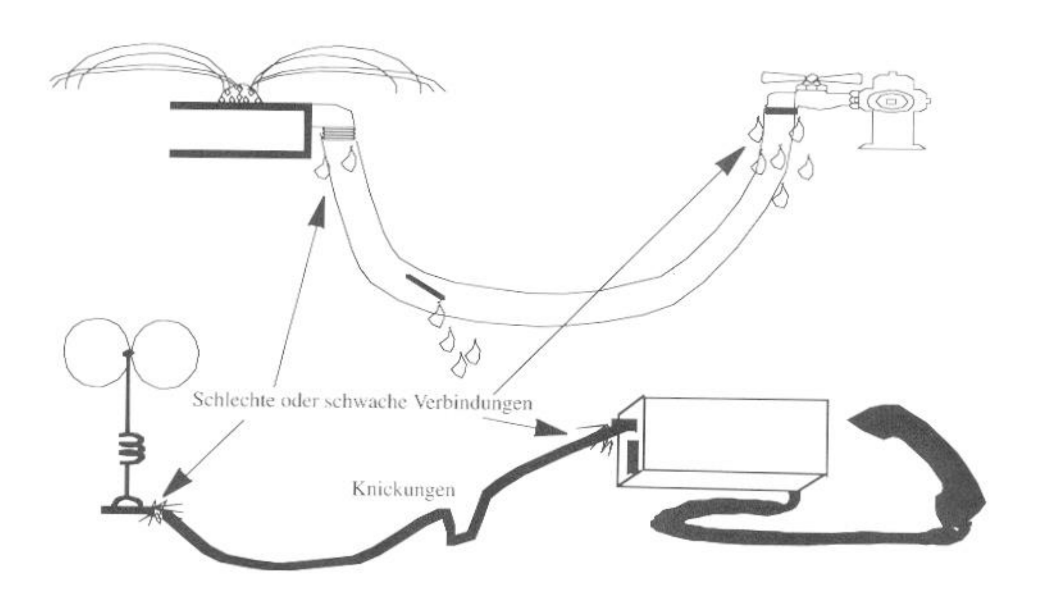
Schlechte Anschlüße

Im Vergleich ein gutes und ein schlechtes Übertragungssystem :



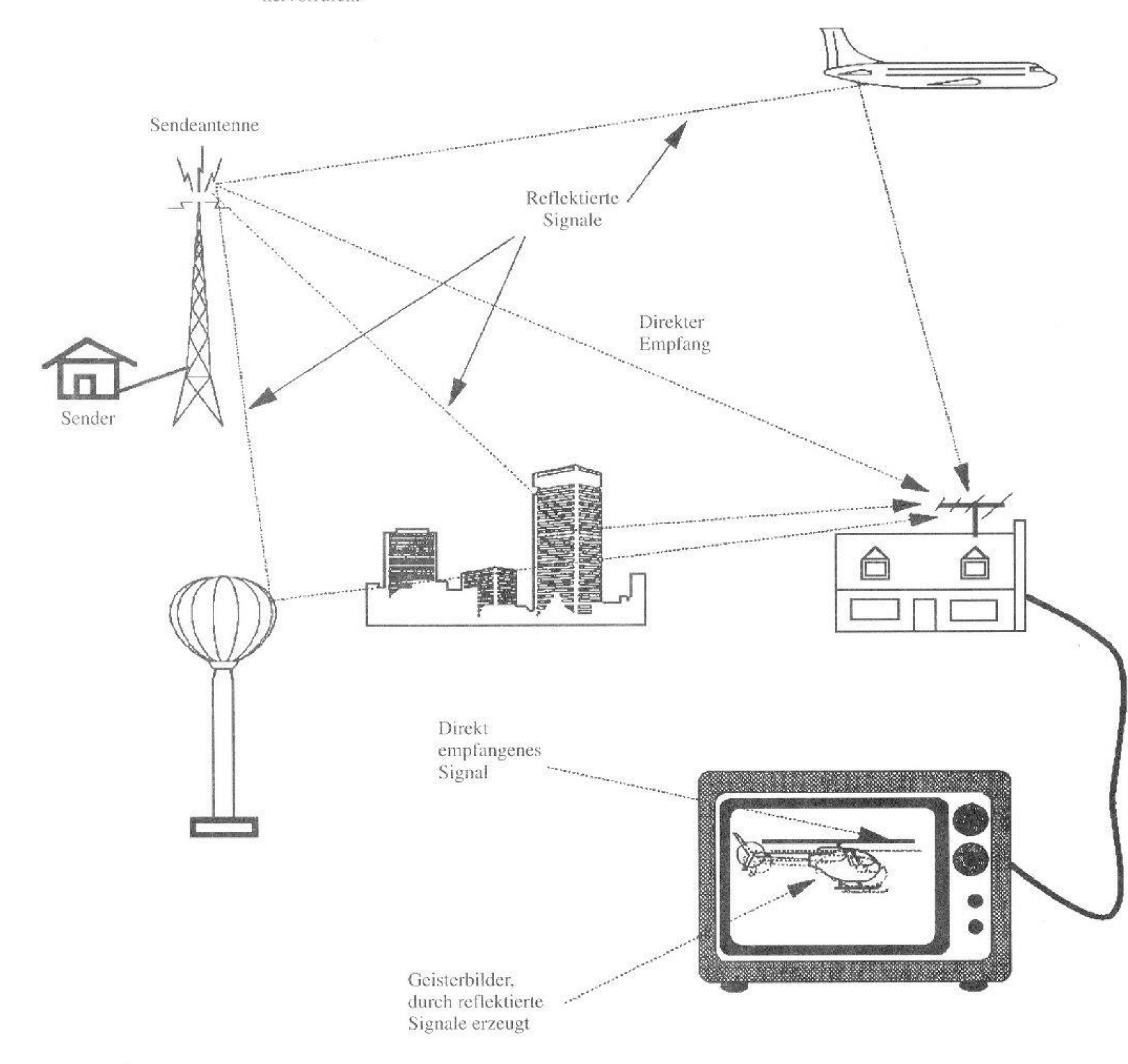
In einem gut abgedichteten System verbleibt der Druck oder die Leistung innerhalb des Übertragungssystems (z.B. ein Wasserschlauch im Garten oder ein Koaxialkabel) bis zum vorgesehenen Austrittspunkt (ein Rasensprenger oder die Antenne).

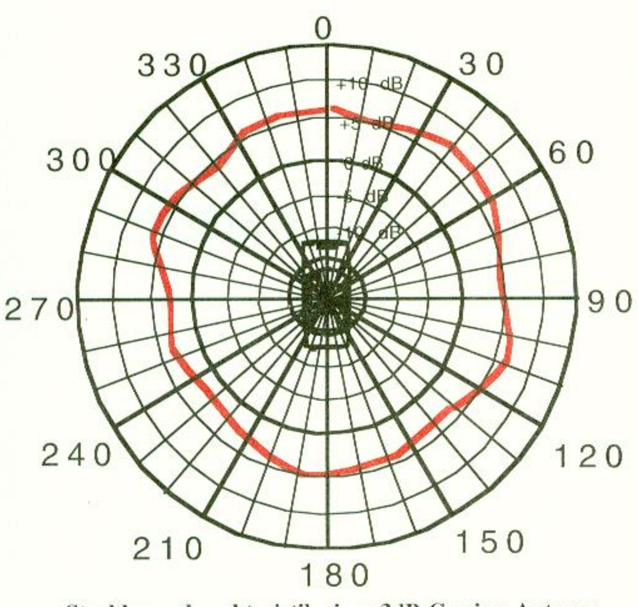
In einem schlechten System, mit Undichtigkeiten, unzulässigen Knicken und schlechten Steckverbindungen, entstehen Druck- oder Pegelverluste.



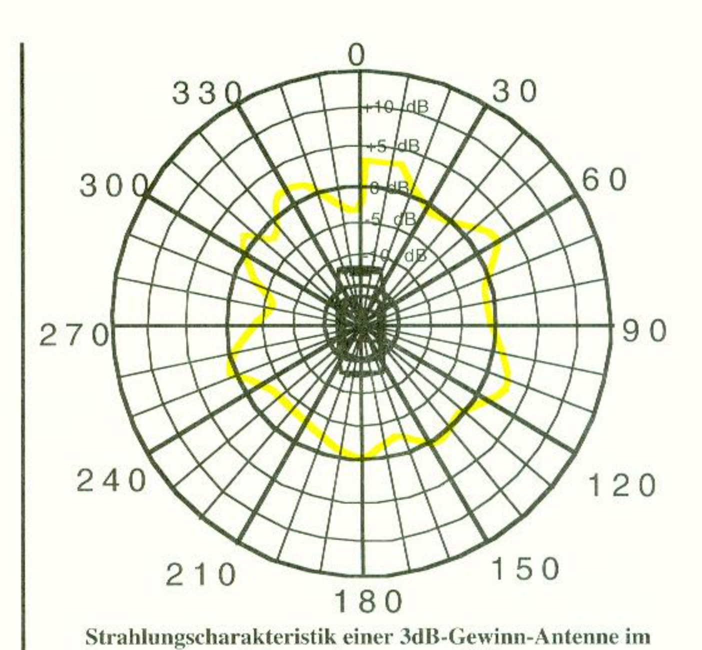
Mehrwege-Empfang

Durch Reflexion und Brechung in den verschiedenen Richtungen entstehen Laufzeitunterschiede, die dann den Mehrwege-Empfang an einem Empfangsort hervorrufen.

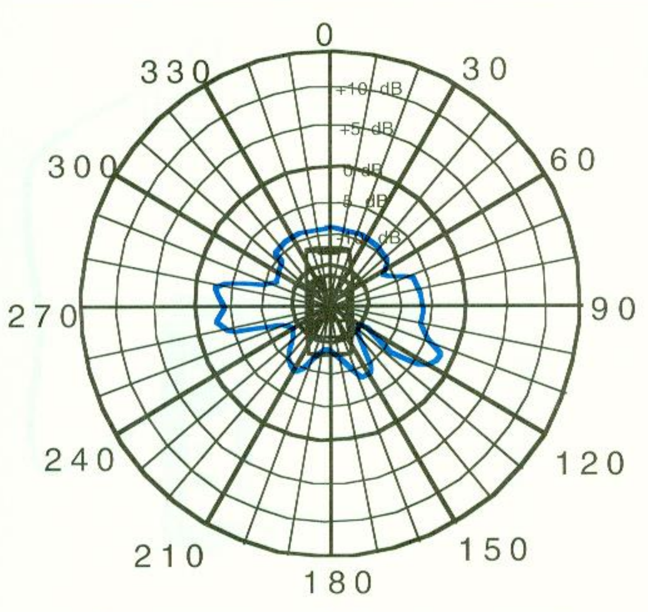




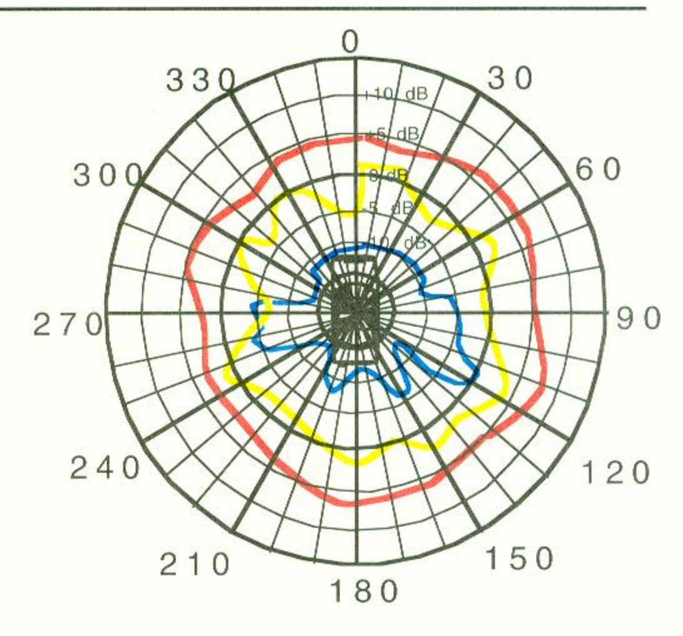
Strahlungscharakteristik einer 3dB-Gewinn-Antenne (Dachmontage)



Strahlungscharakteristik einer 3dB-Gewinn-Antenne im Fahrzeuginnenraum (90°)
Die Antenne ist im Fahrzeuginneren senkrecht montiert, eine gute Masseverbindung zum Fahrzeug sichergestellt

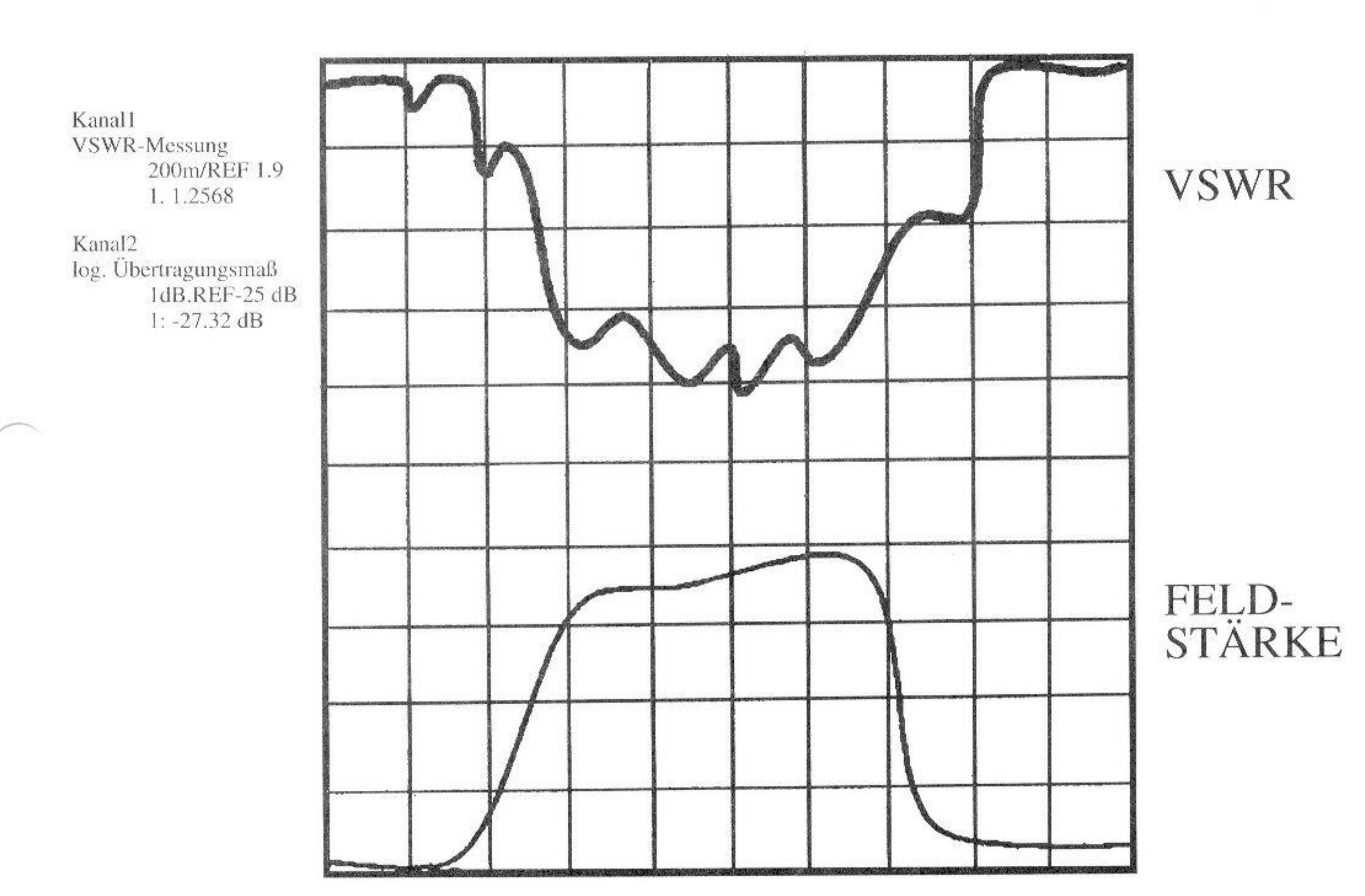


3dB-Gewinn-Antenne im Fahrzeuginnenraum (45°)
Die Antenne ist im Fahrzeuginneren unter einem 45°-Winkel montiert, eine gute Masseverbindung zum Fahrzeug sichergestellt



Überlagerung aller 3 Test-Ergebnisse

VSWR- und Feldstärkemessung



Mit diesen Messungen lassen sich die Einflüsse genau bestimmen, die das Koaxialkabel auf die abgegebene Sendeleistung hat. Die Ergebnisse zeigen, daß einige zusätzliche Zentimeter Kabel, wenn überhaupt, minimalen Einfluß auf die abgestrahlte Leistung haben.

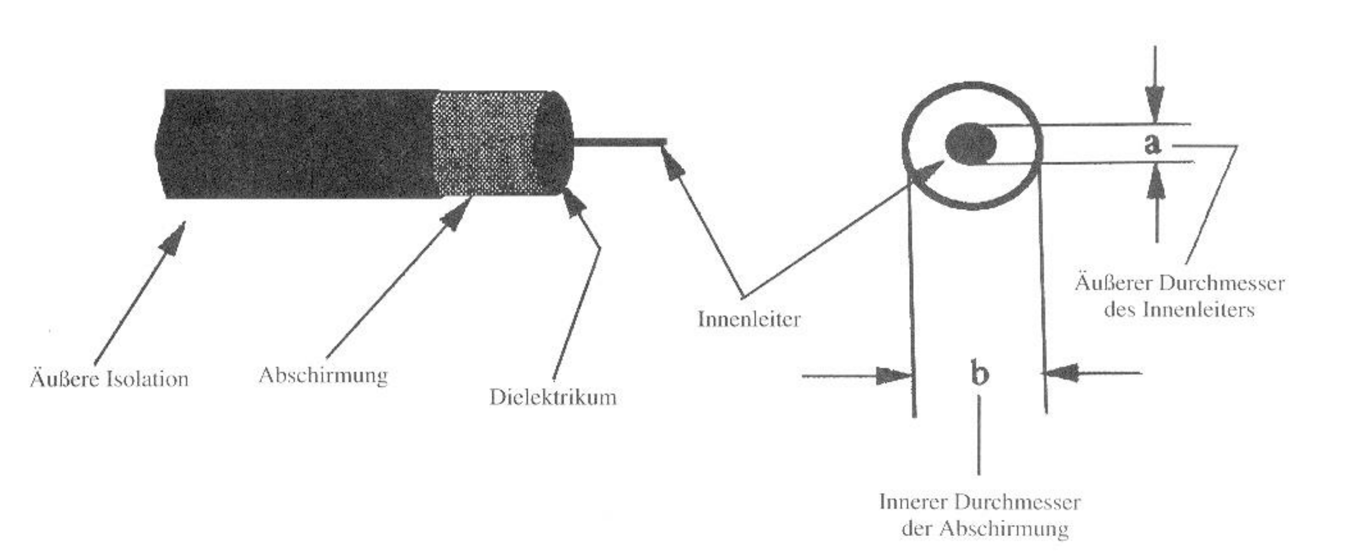
Weitere Messergebnisse erbrachten folgendes:

- Ein schlecht angesetzter Steckverbinder kann mehr Dämpfung aufweisen als zusätzliche 1 bis 2m Kabel.

- Für den GSM-Frequenzbereich stellt es kein Problem dar, wenn die überschüssige Kabellänge aufgewickelt und im Fahrzeug verstaut wird.

- Wenn das Kabel stark geknickt oder rechtwinklig abgebogen wird, ändert sich die Kabelkapazität, und damit die Kabelimpedanz. ZIEHEN SIE UNTER KEINEN UMSTÄNDEN MIT EXTREMER KRAFT AM KABEL UND VERMEIDEN SIE SCHARFE KABELKNICKE!

Koaxialkabel-Aufbau



Formel zur Bestimmung der Impedanz:

$$Z_O = \frac{138}{K} \log \left(\frac{a}{b}\right) \text{ [Ohm]}$$

Die Abschirmung wird durch ein Drahtgeflecht gebildet, das Innenleiter und Dielektrikum umgibt. Es soll einerseits für eine möglichst vollkommene Abschirmung nach innen und außen sorgen, und bildet andererseits den (auf Masse bezogenen) Rückleiter, um den Stromkreis auf diese Weise zu schließen.
Über die Güte einer Abschirmung gibt das Schirmungsmaß Auskunft, indem der Anteil eines HF-Signals festgestellt wird der durch die Abschirmung hindurch in das Messfeld tritt. Je höher das Schirmungsmaß, umso besser die Abschirmung

Der Innenleiter kann aus massivem Draht oder flexibler Litze sein. Er besteht aus Kupfer und befindet sich in der Mitte des Koaxial-Kabels.

Ein gutes Koaxialkabel ist für jede Antennenanlage ein entscheidender Faktor. Wie auch immer, bei allen Verlusten, die in Koaxialkabeln entstehen, spielen folgende Faktoren immer wieder die entscheidende Rolle:

- Ungenügendes Abschirmverhalten der Abschirmung
- Falscher Impedanzwert
- Leitungsreflektionen, die durch Veränderung der Kabelgeometrie entstehen, wie z.B. Knicke und scharfe Biegungen

Literaturverzeichnis

Wenn nicht anders angegeben, sind die folgenden Standards, Spezifikationen und Referenzen bei der Herstellung dieser Seminarunterlagen verwendet worden:

EIA/TIA 329-B1 Minimum Standards For Communications Antennas, Part II - Vehicular Antennas.

Specification for Mobile Antennas, Part 1 - The Federation of Communication Services for the Land Mobile Industry (European) Copyright October, 1990

The American Radio Relay League, Inc.
Handbook for Radio Amateurs, 1991

und

The ARRL Antenna Manual - 1991

The Illustrated Dictionary of Electronics (Fifth Edition)
By Rufus P. Turner and Stan Gibilisco

The Cellular Installation Handbook by Michael Losee (First Edition) 1988

This manual was designed for The Antenna Company by:

ALGOL Consulting, Inc.